Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. Kappis

ISCHÄMISCHE KONTRAKTUR AM UNTERARM.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Georg Döring
Appr. Arzt
aus
Nördlingen.

1937
Druck von Drescher & Reichart, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät.

Referent: Prof. Dr. Kappis.

R UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Seitdem *Richard von Volkmann* im Jahre 1881 den heute noch geläufigen und von fast allen Autoren anerkannten Namen ischämische Kontraktur prägte, ist viel über diese eigenartigen vorzugsweise an den Extremitäten in die Erscheinung tretenden Zustände von Muskelverkürzungen diskutiert worden. Auffallenderweise finden sie sich mehr an den oberen Extremitäten und hier wieder am Unterarm. Auch werden Kinder im Alter bis zu zehn, zwölf Jahren häufiger befallen als die übrigen Altersklassen der Patienten. Erwachsene mit ischämischen Kontrakturen (= i. K.) kommen nur selten zur Behandlung und Beobachtung. So sind auch die beiden weiter unten zur Erörterung kommenden Fälle von i. K. zwei Kinder im Alter von vier und sechs Jahren. *Volkmann* hatte schon 1872 über Zustände berichtet, die er am Unterarm und an der Hand besonders nach gelenknahen Frakturen auftreten sah, ohne sie aber damals schon als ein einheitliches Krankheitsbild aufzufassen; bezw. ohne damals schon den vereinheitlichenden Krankheitsbegriff „i. K." zu prägen.

Vereinzelte Beobachtungen ähnlicher Kontrakturzustände lassen sich in der Literatur bereits Jahrzehnte früher finden. In einer Dissertation aus dem Jahre 1840 wird ein Fall berichtet, wo es nach Luxation des Ellbogengelenkes zu einer Kontraktur des Handgelenkes und der Finger kam. All' diese Beobachtungen wurden erst durch *Volkmann* zusammengefaßt unter dem Begriff der i. K. Und so vielgestaltig wie Symptomatologie und Aetiologie dieser Erkrankung sind auch die Versuche dem Wesen derselben näher zu kommen. Nachdem ja *Volkmann* durch seine Namengebung schon gewisse Aufschlüsse gab über Ursache, Wesen und Beschaffenheit dieser Erkrankung, ist in den folgenden Jahren von einer großen Zahl von Autoren versucht worden den *Volkmann'schen* Symptomenkomplex genauer zu erklären. So sind im Laufe der Jahre eine Reihe von Anschauungen und Auffassungen entstanden, die leider nicht dazu beitragen, das Krankheitsbild übersichtlicher zu gestalten. Dies aber wiederum ist der Grund dafür, daß bei der Behandlung der i. K. die verschiedenartigsten Wege eingeschlagen worden sind ohne daß die jeweils ergriffenen Maßnahmen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle einen brauchbaren therapeutischen Erfolg zeitigten.

Die bei jeder Krankheit im Vordergrund stehende Frage der Therapie ist ohne **Berücksichtigung der Entstehungsursache** nur in symptomatischer Hinsicht und Richtung zu verfolgen. Da aber die eigentliche Krankheitsursache der i. K. noch sehr unklar ist, ist es auch therapeutisch schwer, gute Erfolge zu erzielen. Immerhin ist in der Behandlung der i. K. gegenüber früher ein gewisser Fortschritt zu verzeichnen. Er liegt in der Erkennung und möglichst frühzeitigen Beseitigung der die i. K. auslösenden Momente. Leider aber bekommen Orthopäd und Chirurg nicht selten die Fälle zu sehen, bei denen es sich schon um ausgeprägte i. K. handelt. Jedoch bedarf es gerade, will man die ersten Möglichkeiten die Erkrankung zu beseitigen oder zu verhindern erfassen und ausnützen, einer sicheren Diagnosestellung, die in den ersten Stunden und Tagen des erfolgten Trauma's schwer ist. Denn die äußere Inspektion sagt uns wenig darüber aus, welche Veränderungen das erfolgte Trauma in der Tiefe gesetzt hat. Weiterhin ist es bei der i. K. oft nicht von vorneherein zu sagen, welche Faktoren die i. K. dann später zustandekommen lassen. Aus diesem Grund beispielshalber eine Möglichkeit des Krankheitsablaufes der i. K.: Bei einer Kontraktur mit degenerierenden Muskeln und Nerven läßt sich nie das primäre Agens, das die Kontraktur, den Endzustand zur Folge hat, mit Sicherheit entscheiden. Einmal kann es der degenerierte, verkürzte Muskel sein, der durch seine Schwielen, Verkürzung und Inaktivität die i. K. hervorruft und die Funktion des Unterarms aufhebt; dann aber kann auch der geschädigte Muskel den Nerven zur Verödung bringen ebenso wie der geschädigte Nerv durch Lähmung der Muskeltätigkeit weiterhin im Muskelgewebe Schädigungen auslösen kann, ganz abgesehen von den übrigen Störungen, die eine Nervenschädigung sonst noch auslösen kann (Störungen des trophischen Gleichgewichts usf.).

Andererseits entwickelt sich die i. K. oft so schnell, daß wir mit einem Eingreifen in vorbeugender Hinsicht zu spät kommen. Fünf bis acht Stunden reichen manchmal schon aus, um im Muskel irreversible Zustände zu hinterlassen.

Es sind in der Literatur eine Reihe von Fällen beschrieben, wo es trotz sorgfältigster und frühzeitigster Behandlung mit den verschiedenartigsten Methoden zu einer i. K. kam. Bei Betrachtung dieser Fälle kann man sich nicht des Eindrucks erwehren, daß hier schon gleich bei der Einwirkung des Traumas tiefgreifende Veränderungen in der Muskelsubstanz gesetzt werden, die man nur selten, sei es operativ oder konservativ, beeinflussen kann.

Die in der Hauptsache geübten Verfahren zur Beseitigung der i. K. sind: einmal die Verkürzung des zwischen der Kontraktur liegenden knöchernen Apparates, Unterarmresektion oder Fortnahme einer Handwurzelknochenreihe in modifizierter Weise nach *Klapp*;

dann die Beseitigung der Kontraktur durch Plastiken, welche in Verlängerung der Muskelsehnen, Entlastungsschnitten in den Muskeln selbst, Lösung von Verwachsungen je nach Art derselben, ganze oder teilweise Durchtrennung der Muskelansätze der kontrahierten Muskelbezirke und -abschnitte. In jüngster Zeit kamen dazu noch die Operationen an Arterie und Nerv **(perivasculäre und perineurale Sympathektomie).** Die Neurolyse schon 1907 von *Hildebrand* einmal vorgenommen, ist ein in allerjüngster Zeit erst wieder mehr geübtes Verfahren; ebenso die Längsspaltung der Unterarmfascie zur Beseitigung des Hämatoms. Die konservativen Behandlungsmethoden sind: Heißluft, Massage, medikomechanische Uebungen, Heißbäder, Redressement, Quengelverfahren, Elektromassage mit galvanischen und vorzugsweise faradischen Strömen. Doch eignen sich diese Methoden mehr für die i. K. leichteren Grades. Trotzdem kommt es vor, daß im Anschluß an sorgfältigste konservative Behandlung eine i. K. eintritt und man um die operativen Behandlungsmethoden nicht herumkommt. In der Scheu aber vor blutigen Eingriffen und in der Hoffnung, es könnte vielleicht die i. K. durch konservative Maßnahmen doch zu beheben oder zum Stillstand zu bringen sein, können sich viele Patienten erst sehr spät zu einer Operation entschließen. Dazu kommt noch, daß es oft für den beratenden Arzt von vorneherein schwer zu sagen ist, ob sich der vorliegende Fall für die nur konservative Methode eignet oder ob die Operation allein einen Erfolg bringen kann. Zusammenfassend sei gesagt: Das Krankheitsbild der i. K. ist so verschiedenartig wie die Methoden seiner Behandlung.

Kappis hat 1932 im Zentralblatt für Chirurgie die bei i. K. zu beachtenden Behandlungsgrundsätze zusammengestellt:

Im ganz frischen Zustand, d. h. in den ersten Stunden der Muskelstörung bieten die Verletzten ja folgende Erscheinungen: heftige Schmerzen im Unterarm, der selbst prall ödematös ist, die Finger sind mehr oder weniger geschwollen, bläulich verfärbt, schlecht beweglich oder unbeweglich, vielleicht auch schon etwas taub und gefühllos; der Radiuspuls kann erhalten sein; bei Brachialisverletzung oder Verlegung derselben fehlt er meist.

Bei diesem Zeichen ist möglichst innerhalb der ersten sechs Stunden all das zu tun, was den Blutkreislauf wieder herzustellen vermag. Zu diesem Zweck wird ein etwaiger Knochenbruch, insbesondere der Streckbruch am unteren Oberarmende, möglichst gut eingerichtet. Gelingt so nicht die Wiederherstellung des Blutkreislaufes, so soll mit dem verbandlosen Abwarten oder Hochlagerung nicht allzu viel Zeit verloren werden, sondern bei einer vermuteten Arterienunterbrechung ist sofort nach Lage der Dinge die operative Freilegung der Arterie und die dem erhobenen Befund entsprechende Operation notwendig. Ist die Operation am Gefäß

nicht möglich oder erfolglos, so kommt die Längsspaltung der Unterarmfascie in Frage; durch sie wird eine Druckentlastung geschaffen.

Führt diese Frühbehandlung der Verletzung nicht zum Ziel und kommt es trotzdem zu einer i. K., dann hat die Behandlung drei Aufgaben zu beachten:

1. Beseitigung der Nervenlähmung; 2. die Besserung der trophischen Störungen; 3. die möglichste Beseitigung der Kontraktur.

Diese Behandlungsgrundsätze scheinen sich seitdem mehr und mehr durchzusetzen. Und die Methoden der orthopädischen Maßnahmen traten erst in zweiter Linie hervor, wobei man zur Beseitigung der Kontraktur auch wieder mehr die Knochenresektion anwendet als Sehnen- und Muskelplastik. **Die Therapie der i. K. verlangt nicht die Behebung des einen oder anderen Symptomes, sondern man muß danach trachten möglichst den gesamten Symtomenkomplex zu erfassen.** So sind eventuell zur Behebung des Zustandes der i. K. mehrere Operationen notwendig. Aber die bessere Operationstechnik und der damit verbundene schnellere Wundheilungsverlauf helfen über die Scheu deswegen davor zurückzuschrecken hinweg.

Um den bestmöglichen Behandlungsweg für den gegebenen Fall gleich vor Augen zu haben, ist es von Wert, das Wesen der Erkrankung und ihre Aetiologie näher zu betrachten.

Die Vielgestaltigkeit der i. K. in ihrem äußeren Aussehen, Finger-, Handgelenks-, Beuge-, Abduktions-, Pronationskontraktur und die Variationen, die durch verschiedene Beteiligung der einzelnen Muskelgruppen möglich sind, das Maß der Stärke der Bewegungseinschränkung (-behinderung und der mehr paralytische, spastische oder kontraktile Charakter der i. K. haben im Laufe der Jahre die mannigfaltigsten Erklärungen zur Folge gehabt. Dazu trugen auch noch die pathologisch-anatomischen Befunde bei, die man während der Operationen erheben konnte, sowie manche klinische Beobachtung am Krankenbett. So kam man zu der Annahme, daß schnürende Verbände, vor allem Gipsverbände beim Zustandekommen der i. K. eine große Rolle spielen müßten. Andere Autoren wieder sahen i. K. sich entwickeln, ohne daß je ein Gipsverband getragen wurde. — Man kann dazu sagen, **daß schnürende Verbände die i. K. wohl begünstigen können, aber für das Zustandekommen nicht unbedingt notwendig sind.** Versuche an Tieren brachten neue Erklärungsmöglichkeiten und Vermutungen. Bei Unterbindung der Extremitätenarterien sah man Gangrän, aber keine i. K. sich entwickeln; unterband man dagegen die Venen, so kam es zu Kontraktur. Die Erklärung dafür dürfte wohl sein, daß die i. K. nicht durch völlige Blutleere, sondern durch Blutmangel infolge von Stauung verursacht wird. Es würde zu weit führen all das, was über das Zustandekommen der i. K.

geschrieben wurde, hier abhandeln zu wollen. Jedenfalls aber hat man bis heute für ihr Zustandekommen keine allgemein gültige Erklärung finden können. Vielleicht kommt dies daher, daß krankheitsursächlich betrachtet die i. K. erst entsteht durch das Zusammenwirken verschiedener Faktorenmomente, wobei bald der eine, bald der andere Faktor stärker beteiligt ist. So mag es auch kommen, daß in der Literatur bald dieses, bald jenes Krankheitsmoment als Krankheitsursache zur Erklärung herangezogen wird. Einmal sind es die Fragmentstücke, die den Nerv quetschen, anspießen oder zerreißen, die die Arterie und manchmal auch die Vene schädigen sollen; dann wieder werden Zerreißungen im Muskel selbst, Vernarbungen desselben und starke Kallusbildung angeführt, die die Kontraktur entweder direkt oder durch Nervenschädigung verursachen. Daß i. K. vorwiegend die Kinder bis zu zehn-zwölf Jahren am häufigsten befällt, ließ manche Autoren von einer gewissen Krankheitsdisposition sprechen. „Das Muskel- bezw. Nervengewebe der Kinder sei gegen Ischämie nicht so widerstandsfähig, wie das des Erwachsenen." Eine gewisse Disposition scheint bei dem Entstehen einer i. K. schon mitzuspielen; denn nur verhältnismäßig wenige an der oberen Extremität Verletzte bekommen eine i. K. — an der Chirurgischen Universitätsklinik in Würzburg waren, abgesehen von zwei Fällen leichter Kontrakturen nach Panaritien unter dem Krankengeschichtenmaterial der letzten 25 Jahre nur sieben Fälle, bei denen es nach Fraktur im Bereich der oberen Extremität zu leichten Bewegungseinschränkungen kam, die aber keineswegs als i. K. gedeutet werden dürfen. Unter den zirka 3000 gesichteten Fällen war ein Fall von i. K. im Anschluß an eine linke Oberarmfraktur; ein weiterer Fall wurde von auswärts zur Operation hier eingewiesen. Die beiden Fälle sollen im folgenden näher erörtert werden. — Statistisch findet man auch die meisten i. K. nach Frakturen, wobei die Oberarmbrüche und hier wieder die suprakondylären Humerusfrakturen den größeren Prozentsatz bilden. Die Bedingungen für eine i. K. sind hier auch am günstigsten; hier in der Ellenbeuge, wo Arterie, Vene und Nerv neben den Sehnen, Bändern und Muskeln nur einen ganz geringen Raum einnehmen und der größte Teil des Armlumens durch das Gelenk und von Knochenmassen ausgefüllt ist, kommt es am leichtesten zu einer Schädigung derselben, da sie bei dem erfolgenden Trauma nirgends hin ausweichen können.

Nach *Volkmann* treten Lähmung und Kontraktur bei der i. K. gleichzeitig auf im Gegensatz zu den nervösen Lähmungen, bei denen sich die Kontraktur erst später und sehr langsam entwickelt.

Leser fand 1884 auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen, daß die Sensibilität mehr oder minder normal war.

Seine Versuche stützten die Volkmann'schen Thesen. Die Lehre von der rein myogenen Natur der i. K., daß durch Blutleere, Sauerstoffmangel, dadurch wiederum eine direkte Muskelschädigung erzeugt wird, blieb damit zunächst unwiderlegt.

Bardenheuer sieht in einer **Kohlensäureüberladung** des in seinem Abfluß verzögerten Blutstromes die Hauptursache für die Muskelschädigung und die daraus resultierende i. K. an.

Beck glaubt an eine **Milchsäureverhaltung** des Muskelgewebes. Er stellt sich die i. K. als eine Dauerkontraktur der Muskelfaser vor, die dadurch entsteht, daß durch die verminderte Blutzirkulation die Muskelstoffwechselprodukte nicht mehr in dem für den Muskel notwendigen Maß abgefördert bezw. rückresorbiert werden.

Hildebrand vertritt die myo-neurogene Theorie und spricht von einer **Ischämie der Nerven.**

Schubert hält fest an einer gleichzeitigen **Schädigung der Arterie und des Nerven;** durch Schädigung des Nerven soll auch die nervöse Regulation des Capillarsystems und -kreislaufs aufgehoben werden. Eine durch das Trauma bedingte Neuritis kann ebenfalls zu erheblichen Collateralkreislaufstörungen führen; damit will Schubert seine Ueberlegungen für das Zustandekommen der i. K. rechtfertigen.

Denucé stellte die sogenannte **Reflextheorie** auf. Durch Schädigung der sympathischen Bahnen, von der man ja bei der Einwirkung eines Traumas wie es ein Knochenbruch ist sicher sprechen kann, kommt es zu trophischen Gleichgewichtsstörungen des „Muskelpotentials"; das ist die in jeder Muskelfaser gleichmäßig vorhandene Spannung reguliert durch übergeordnete Nerveneinflüsse.

Neben diesen Auffassungen wird von einer Reihe von Autoren noch die Bedeutung des fixierenden Verbandes mit hervorgehoben.

Hey, Groves, Pascuali, I. P. Lord berichten über Fälle von i. K. ohne Verletzung der Knochen und Nerven, jedoch mit stärkerem Bluterguß in die Umgebung. Ihre Ansicht ist, daß Reizung sympathischer Gefäß verengernder Fasern die Ischämie begünstigen, die dann die Kontraktur zur Folge hat.

Hill, Royers, Lee und *Barney Brooks* beobachteten bei Hämophilie die Entstehung von i. K. Ein Fall sei hier kurz beschrieben: 22 jähriger Bluter.

Die Vorgeschichte mit wiederholten Blutungen, Ekchymosen der Haut und Gelenkschwellungen. Bekommt plötzlich ohne jeden äußeren Anlaß eine Kreislaufstörung im Bereich des Unterarms und der Hand begleitet von heftigsten Schmerzen, Arm und Hand waren zunächst kalt, am anderen Tag jedoch wieder warm; es stellten sich Hautverfärbungen und Geschwürsbildungen an den Fingern ein. Das Zeigefingerendglied wurde brandig. Im Anschluß daran entwickelte sich eine Beugekontraktur der Finger; es traten Gefühls-

störungen am Unterarm und an der Hand ein. Probeausschneidung ergab pathologisch-anatomisch einwandfreies degeneriertes Muskelgewebe wie es bei der i. K. immer gefunden wird. Eine Erklärung für diesen eigenartigen Fall ist nicht so leicht zu geben. Er zeigt aber wie verschiedenartig die eine i. K. auslösenden Momente sind. Die Ursache kann eine vielgestaltige sein; ebenso die inneren Vorgänge an der Muskelsubstanz, dem Blutgefäß- und Nervenapparat.

Betrachtet man die oben dargelegten Berichte über i. K. und sieht man die verschiedenartigen Auffassungen und Erklärungen über das Zustandekommen der i. K., so erscheint es notwendig auch einmal die äußeren Anlässe, die die i. K. auslösen, näher zu betrachten. An erster Stelle stehen die **Ober- und Unterarmbrüche;** wie oben schon dargelegt besonders die im Bereich des unteren Drittels des Oberarms. Gleich wie man sich die i. K. entstehen denkt, muß die Frage, warum bei diesem doch ziemlich häufig eintretenden Trauma so wenig Verletzte eine i. K. bekommen, offen bleiben. Ebenso ist auch noch keine stichhaltige Erklärung für das häufigere Befallensein der Kinder bis zu zehn-zwölf Jahren gefunden worden. Aber auch ein starkes Trauma wie z. B. **Hieb, Stoß, Quetschung** des Muskels, ohne daß es dabei zu einer Knochenzertrümmerung kommt, sind auslösende Ursachen einer i. K. Nicht zur Betrachtung gehörig sind die Kontrakturen anzusehen, die auf der Grundlage von anderen Erkrankungen entstehen, z. B. nach Panaritien, Sehnenscheidenphlegmonen, Myositis fibrosa, obwohl sie sehr zum Verständnis der i. K. beitragen. Es handelt sich bei diesen daraus entstehenden Kontrakturen meist um starke Verwachsungen, die durch Narbenzüge, Fasciennekrose, Nekrose der Sehnenscheide entstehen. (Die Dupuytrensche Kontraktur sei hier nur im Zusammenhang erwähnt; ihre Entstehung ist sehr unklar, wahrscheinlich beruhend auf hereditärer Grundlage.) Die i. K. hat also zur Entstehung ein vorausgehendes Trauma. Die in der Literatur beschriebenen Fälle, wo es durch Hämophilie zu einer i. K. kam, ändern nichts an dieser Tatsache; denn ist es auch nicht zu einer gröberen Verletzung der Extremität gekommen, so ist ja bekannt, daß bei Blutern oft ein schon ganz geringes Trauma genügt, um Gewebeschädigungen, besonders aber Capillarschädigungen zu machen; unter Umständen genügt bei diesen Menschen schon eine heftige ungeschickt ausgeführte Bewegung um es zu Zerreißungen kleinerer Gefäße in der Muskulatur kommen zu lassen, die dann hemmungslos weiterbluten, so aber den Muskel hämmorrhagisch infarcieren. Die Vermutung liegt nahe, daß Menschen mit hämorrhagischer Diathese nach Trauma leichter eine i. K. bekommen als vollkommen gesunde. Wie sich nun das Trauma jeweils bei dem einen oder anderen auswirkt, ist ganz verschieden. Ohne Störungen aber der Muskelgewebsversorgung — sei es durch Blut,

Lymphe oder feinste Nervenfasern (sympathisches und parasympathisches System) — kommt es nie zu einer i. K. Ihren Anfang natürlich können diese Veränderungen nehmen:

1. durch eine Absperrung des arteriellen oder venösen Kreislaufes, die wiederum bedingt sein kann a) durch Zerreißung einer Arterie durch Ueberdehnung oder Knochenfragment, b) infolge von Hämatombildung, die die venöse Abfuhr blockiert c) infolge Verlagerung der Blutwege durch Knochenfragmente, die die Arterie oder Vene abdrücken.
2. Durch direkte Nervenverletzung während des Bruches a) durch Knochenfragmente, die den Nerv quetschen, dehnen oder anspießen b) infolge von zu heftiger Kallusbildung oder infolge von Vernarbungen in dem den Nerv umgebenden Gewebe.
3. Schnürende Gipsverbände, die fast immer nur mehr begünstigend wirken als allein schuldig zu machen sind.

Die Hämatombildung wird wohl von vielen Autoren erwähnt, aber nicht in dem Maße für das Zustandekommen der i. K. schuldig gemacht, wie dies eigentlich der Fall ist. **Eine Nervenschädigung allein hat nie eine Kontraktur zur Folge, sondern immer eine schlaffe Lähmung.** Erst durch das geschädigte Muskelgewebe in Verbindung mit den geschädigten Nerven ergibt sich das Krankheitsbild der i. K. Bei äußeren Gewalteinwirkungen am Unterarm bezw. Oberarm mit Verletzung der Knochen — die häufigsten Anlässe für i. K. — kommt es jedesmal zu mehr oder weniger großen Blutaustritten in die Umgebung der beteiligten Gebiete. Die beschränkten Raumverhältnisse am Ellenbogengelenk gaben dem Hämatom nur beschränkte Möglichkeit sich auszubreiten. Es schiebt sich längs zwischen die Fascie und den Muskel und übt nicht nur einen Druck nach außen auf die umliegenden Nerven und Gefäße aus, sondern imbibiert auch den durch die Fascie umschlossenen Muskel. Dies hat zur Folge, daß zunächst durch den entstehenden Druck der venöse Kreislauf infolge der kollabierten Venolen blockiert wird. Es tritt eine Stauung ein, die sich durch das Capillarsystem auf die Arterien überträgt; der Ueberdruck in der Arterie gleicht sich weiterhin aus und zwar so lange, bis der Druck des Hämatoms dem arteriellen Blutdruck gleichgekommen ist. Damit ist dann der völlige Stillstand der Zirkulation erreicht. Während dieses Vorganges kommt es auch zu einer übermäßigen Belastung des Capillarsystems, das diesem Druck nicht Widerstand leisten kann, Blutaustritte ins umliegende Gewebe, in die Muskelzelle sind die Folge davon („Muskelödem"). So läßt sich auch die brettharte Infiltration der Muskeln und das damit verbundene harte Anfühlen derselben am Unterarm erklären, wie es fast vor jeder i. K. beobachtet wird. Die daraus resultierenden Veränderungen im Muskel sind sehr schwerwiegende; akute Muskelnekrose

schon nach wenigen Stunden. Prof. *Kappis* hat schon verschiedentlich auf die möglichst frühzeitige Erkennung dieser Gefahr hingewiesen und empfiehlt sofortige Spaltung der Fascie und Behebung der Kreislaufstörung. Es können hier Stunden entscheidend sein für den weiteren Verlauf des Zustandes, nach der Seite der Besserung bezw. Verschlimmerung. Maßgebend für das rasche Eingreifen in solchen Augenblicken ist, daß einmal eingetretene Veränderungen an der Muskelsubstanz nicht mehr rückgängig zu machen sind.

Die Hämatombildung ist nicht gerade immer eine Folge von Zerreißung einer großen oder größeren Arterie. Es können auch verhältnismäßig kleine Arterien und Gefäße bei ihrer Zerreißung Hämatome bilden. Bei günstigem Sitz in der Nähe des Gelenks können sie erhebliche Schädigungen verursachen und i. K. zur Folge haben.

Eine weitere Möglichkeit für das Zustandekommen der i. K. geben die Hämatome im Stadium der Reorganisation und Vernarbung vergesellschaftet mit der nach Frakturen oft sehr heftig einsetzenden Kallusbildung. Es sind hier für das Zustandekommen der i. K. ungezählte Möglichkeiten gegeben: Verwachsungen, Narbenbildung, Einengung der Nerven durch Narbengewebe, Umwachsensein der Nerven von bindegewebigen Narbensträngen. Die Nerven (an erster Stelle **Medianus** weniger häufig **Radius** und **Ulnaris**), soweit sie nicht schon direkt während des Traumas geschädigt wurden, verfallen so sekundär der Degeneration. *Hildebrand, Reschke, Schubert, Kirschner, Durante* beschäftigen sich auf Grund dieser Ueberlegungen zuerst mit der Frage der Neurolyse (das ist die Lösung des Nerven aus seinen Verwachsungen und bindegewebigen Umklammerungen und die Verlagerung desselben ins subcutane Fettgewebe).

Prof. *Kappis* berichtete vor mehreren Jahren über i. K.

Erster Fall:

10 jähriger Junge: Im Alter von sechs Jahren V-Fraktur am oberen Ulnaende ohne Verschiebung; sofort pralle Schwellung des Unterarms mit Bewegungseinschränkung und Gefühllosigkeit der Finger. Auswärts kein Verband, nur feuchte Umschläge. Zwei Tage später Aufnahme in die Klinik. Noch am Abend Längsspaltung der Unterarmfascie: hämorrhagische Infarcierung der ganzen Beugemuskulatur; mikroskopisch keine Kernfärbung, hämorrhagische Nekrose. Die Hand wurde in Streckstellung verbunden, die später durch eine Lederhülse erhalten wurde. Fünf Monate später, Hand wohl in Streckstellung; aber die Finger in Krallenstellung mit trophischen Geschwüren an den Fingern II und IV, deshalb Unterarmsektion. Ungestörte Heilung, Enderfolg: Fast völlige Streckstellung der Finger bei vollkommener Beugefähigkeit. Mangelhafte Unterarmdrehung.

Zweiter Fall:

18 jähriger Junge: Hatte zwei Jahre vorher eine Ellenbogenluxation nach hinten und Radiusfraktur links. Am nächsten Tag sofortige Aufnahme in die Klinik. Reposition beider Verletzungen, entsprechende Verbände. Wegen starker Unterarmschwellung und Handschwellung wurde der Verband bald teilweise aufgeschnitten. Drei Tage später ganz abgenommen. Erscheinungen wie bei einer frischen i. K., insbesondere pralles Unterarmödem. Die Frakturund Luxationsfixation gestaltete sich weiterhin sehr schwierig. Eine interkurrente Erkrankung schob die endgültige Behandlung der i. K. lange hinaus.

14 Monate später Neurolyse des Medianus und Ulnaris am Unterarm; beide liegen in einer derben Muskelnarbe eingebettet; Verlagerung ins Unterhautfettgewebe. 20 Tage später an diese Operation anschließend Unterarmresektion. Ungestörte Heilung.

Endergebnis: Praktisch vollkommene Streck- und Beugefähigkeit der Finger. Mangelhafte Unterarmdrehung.

Im ersten Falle ist es die möglichst sofortige Beseitigung des Hämatoms und zur Korrektur der bereits vorhandenen Krallenstellung der Finger daran anschließend die Unterarmresektion, die den Enderfolg zeitigten, während im zweiten Fall wohl kaum ohne Lösung des Medianus und Ulnaris ein brauchbarer Enderfolg beschieden gewesen wäre. Es zeigen diese Fälle aber auch, daß bei der Behandlung der i. K. der einzuschlagende Weg von der jeweiligen Lagerung der vorliegenden Situation abhängig ist.

Im Hinblick auf die therapeutischen Möglichkeiten ist es von Wert die von den einzelnen Autoren vertretenen Auffassungen über das Zustandekommen der i. K. näher zu erörtern.

Nimmt man wie *Volkmann* an, daß es bei i. K. zu einem Sauerstoffmangel in der Muskelzelle kommt, der dann zu einer Schädigung derselben und zu Muskelnekrose führt, so trifft unsere Therapie ja immer einen schon geschädigten Muskel und die operativen Maßnahmen müßten wenig Erfolg haben. Wir können aber doch bei rechtzeitigem Eingreifen ganz brauchbare Erfolge erzielen. Ein Zeichen dafür, daß Sauerstoffmangel von der Muskelzelle überwunden werden kann. Viel schädlicher und fast immer innerhalb ganz kurzer Zeit zur Nekrose führend — (fünf bis acht Stunden reichen aus) — sind die hochgradige Blutstauung und die dadurch bedingte Infarcierung des ganzen Gewebes; Schädigung der Capillaren; **mit der Schädigung der Capillaren werden auch die Nervenendplatten die letzten Vermittler vom Nerven zur kontraktilen Substanz ergriffen.** Deshalb die baldmöglichste Beseitigung des Hindernisses im Blutkreislauf. Volkmann lehnt weiter die sekundären Nervenschädigungen ab. Aber gerade bei Blutungen nach erfolgtem Trauma werden die Nerven, abgesehen

von den Druckschädigungen, die sie durch das Hämatom erfahren können, durch die Vernarbungen und entstehenden Schwielen zur Degeneration gebracht. Daher für die Behandlung der i. K. die doppelt dringliche Forderung: Ausräumung des Hämatoms, falls dieses schon bindegewebig vernarbt; Ausschälung der Vernarbungen und vor allem Lösung der Nerven aus den Verwachsungen, wie der oben geschilderte Fall zeigt. Im Gegensatz zu Volkmann fußt unsere jetzige Auffassung auf der Möglichkeit einer sekundären Degeneration des Nerven und damit der Muskulatur. Daher therapeutisch die Forderung: Beseitigung des Hämatoms, eventuell Neurolyse.

Gegen die Lehre von der rein myogenen Aetiologie wandte sich schon 1899 *Lapinski*. Er führt einige Fälle und eigene Beobachtungen an, bei denen auf plötzliche Unterbrechung der Zirkulation keine Kontraktur sondern eine stets schlaff bleibende Lähmung folgte. Er beschäftigte sich weiter mit diesen Fragen experimentell und teilte seine Ergebnisse ein Jahr später mit. Bei gleichzeitiger Unterbindung der Arteria iliaca und der Arteria epigastrica entstand stets eine schlaffe Lähmung. Keine Zeichen einer akuten Myositis waren nachweisbar. Hieraus zeigte er, daß die Ischämie allein nicht genügt um eine Kontraktur hervorzurufen. Die Ursachen des größeren Unterschiedes der schlaffen ischämischen Lähmung gegenüber der i. K. führt er auf die Verschiedenheit der Begleitumstände zurück. Bei der Kontraktur spielen außer der Ischämie noch venöse Stase, traumatische Schädigung der Muskeln und Nerven, sowie starke Zirkulationsschwankungen bei Abnahme des Verbandes eine Rolle. Unseren heutigen Auffassungen über das Entstehen von i. K. sehr nahe kommen die von Littlewoods 1901 gemachten Beobachtungen, denen zufolge i. K. durch narbige Entartung der durch das Trauma zerrissenen Muskel entsteht. Bei einer traumatischen Schädigung der Muskulatur sind diese Ueberlegungen sicher berechtigt und zutreffend.

Bardenheuer, der wie oben schon erwähnt der Meinung ist, daß durch die infolge Stauung verursachte Kohlensäureüberladung des Blutes in der Hauptsache die i. K. entsteht, ist in seinen späteren Arbeiten selbst der Ansicht, daß die Nerven wohl sekundär an dem Zustandekommen der i. K beteiligt sein müßten. Jedenfalls ist es nicht leicht zu entscheiden, inwieweit die nicht abzuleugnende Kohlensäureüberladung des Blutes die Muskelzelle schädigt. Die sekundäre Nervenbeteiligung wurde durch die Befunde während der Operation oft genug bestätigt. Die Theorie von der schädigenden Wirkung der Kohlensäureüberladung des Blutes aber ist für die Therapie mit den heutigen Methoden gleichgültig geworden.

Ebenfalls chemisch-physiologisch sind die Ueberlegungen Beck's von der Milchsäurereverhaltung des Muskelgewebes. Interssant

sind seine Erörterungen darüber, daß ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen dem Kontrakturzustand der i. K. und der Muskelstarre bei totem Muskel in Form der Totenstarre. Gemäß seinen Ueberlegungen wäre dann die bei i. K. vorgefundene Muskelnekrose eine Nekrobiose des Muskelgewebes, d. h. die einzelnen nekrotisch gewordenen Muskelfasern werden langsam resorbiert. Zur Frage der Therapie kämen nach Beck nur plastische Operationen in Betracht. Einen Schritt weiter geht *Hildebrand* mit seiner These der myo-neurogenen Entstehung. Die Ischämie der Nerven, die er für das Zustandekommen verantwortlich machen will, läßt sich im Experiment nicht beweisen. Unterbindung der Arteria femuralis führt nicht zu einer Ischämie des Nervus ischiadicus, wie es analog den von ihm gemachten Beobachtungen entspräche. Der rasch sich ausbildende Kollateralkreislauf am Oberschenkel reicht anscheinend aus für die Blutversorgung der Nerven. Ist allerdings die Anpassungsfähigkeit des Kapillarsystems eine geringe und mangelhafte wie zum Beispiel bei arteriosklerotischen Veränderungen des Gefäßapparates, so sind neuritische auf Ischämie des Nerven beruhende Schmerzen und Beschwerden keine Seltenheit. Vergleichshalber sei hier hingewiesen auf das Krankheitsbild der Ischias und das des intermittierenden Hinkens, wo die plötzlich einsetzenden Nervenschmerzen bedingt durch Ischämie zu reflektorischer Muskelspannung führen. Ein in seiner Erklärung ebenfalls noch sehr unklares Bild sind die nach grossen sportlichen Anstrengungen auftretenden Muskelkrämpfe, wobei es ebenso wie bei der i. K. zu brettharter Muskelspannung kommt, die aber nur von ganz kurzer Dauer ist und keine Folgen hinterlässt. Auch der Raynaudsche Komplex und die Angina pektoris-Anfälle seien hier erwähnt. Dass das Nervensystem, das sympathische und parasympathische mit einbezogen, beim Zustandekommen der i. K. beteiligt sein muss, ist wohl als sicher anzunehmen. Es wäre denkbar, wie Hildebrand und in der allerjüngsten Zeit *Jacques Lewenf* annehmen, dass ähnlich wie bei den eben oben erwähnten Erkrankungen auch bei der i. K. Gefäßspasmen bzw. Verschluss der Arteriolen eine Rolle spielt gerade in den Fällen, wo sich i. K. nicht sofort, sondern erst im Laufe von Wochen entwickelt. Es sind dies die i. K., die durch Muskelverkürzung infolge zugrundegegangenen Muskelgewebes entstehen. Ausgeschlossen sollen hier die Fälle werden, bei denen der Nerv direkt geschädigt ist durch Riß oder Anspießung oder Quetschung durch Knochenfragmente. Für die Behandlung jedenfalls gibt uns die Anschauung Hildebrands den Hinweis auf die Nervenbeteiligung, besonders auch die Beteiligung des sympathischen und parasympathischen Systems. Die Anschauung *Leser's*, wonach es bei i. K. nie zu Sentibilitätsstörungen kommen soll, wird durch die eingehenden Betrachtungen Hilde-

brands widerlegt. Viele in der Literatur beschriebenen Fälle von i. K. mit Sensibilitätsstörungen, Parästhesien, Kältegefühl des Armes und der Hand bestätigen das Gegenteil der Auffassung von Leser. Ob die nervösen Störungen allerdings primär oder sekundär entstehen, läßt sich mit Sicherheit nie entscheiden. Daß es aber neben den oben genannten Störungen auch zu ganz wesentlicher Herabsetzung der Temperatur gegenüber dem gesunden Arm kommt, veranlaßte *Schubert* in diesen Fällen neben der Schädigung des Nerven gleichzeitig von einer Schädigung der Arterie zu sprechen. Im Gegensatz zu Volkmann ist es bei ihm nicht die völlige Blutleere, die i. K. erzeugt, sondern nur die **Blutzufuhrverminderung** die Ursache für die i. K.. Versuche, bei denen verminderte Blutzufuhr nicht imstande waren i. K. zu erzeugen, veranlassten Schubert eine Beteiligung des Nerven anzunehmen. Zu der Annahme einer Mitverletzung des Nerven, sei es durch Ueberdehnung, Quetschung, Anspießung, kam er auf Grund der Tatsache, daß i. K. auch in Fällen eintrat, wo vorher keine schnürenden Verbände (Gipsverbände) getragen wurden. Durch Schädigung der Nerven soll die genügende Ausbildung des Kollateralkreislaufes verhindert und so nach seiner Ansicht i. K. erzeugt werden. Sehr fraglich an dieser Ansicht ist, ob nervöse Einflüsse auf die Ausbildung des Kollateralkreislaufes einen so grossen Einfluß haben, daß durch ihre Beeinträchtigung die Ausbildung eines Kollateralkreislaufes überhaupt verhindert wird. Die Ausbildung des Kollateralkreislaufes scheint doch nach allem, was man heute darüber weiß ein mehr rein mechanischer Vorgang zu sein; durch größere Beanspruchung des Kapillarsystems und der Arteriolen entstehen neue Blutwege. Für die Automatie des Blutgefäßapparates und für das Fehlen einer übergeordneten Regulation sprechen eindeutig die experimentellen Studien von Groll. Auf dem gleichen Standpunkt stehen Bier und Hintze, die die nervöse Automatie des Kappilarsystems entschieden bestreiten. *Hagen* und *Tigerstedt*, die eingehende Untersuchungen auf diesem Gebiet angestellt haben, konnten nicht den exakten Nachweis einer Nervenversorgung der Kapillaren erbringen. So gibt Schubert die Möglichkeit einer vom Nervensystem unabhängigen Automatie der Kapillaren zu, wobei aber der Vorgang der reaktiven physiologischen Hyperämie unerklärt bleibt. Wahrscheinlich ist aber doch, daß die Sympathikusfasern einen Einfluß auf die Arteriolen vielleicht auch auf die Kapillaren ausüben. Operationen am Sympathikus, die Sympathektomie zur Heilung von trophischen Geschwüren haben dies bestätigt. Die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme, allerdings nicht im Sinne einer völligen übergeordneten Regulation, ergibt sich aus den Operationsergebnissen von *Leriche, Durante, Caeiro, Ceballos* und anderen Autoren, die zeigten, daß durch Sympathektomie bei geeigneten Fällen i. K. brauchbare therapeutische

Erfolge erzielt werden können. Man erklärt sich den günstigen Einfluß dieser Operation durch eine infolge derselben bewirkten Erweiterung der Arteriolen und die dadurch bedingte bessere Durchblutung der Kapillaren und Blutreservebahnen im Muskel, die Krogh zuerst nachwieß; außerdem handelt es sich bei den von oben erwähnten Autoren operierten Fällen nur um trophische Störungen im Bereich der Blutversorgung des Muskelgewebes ohne hochgradige Veränderungen an der Muskelsubstanz selbst — i. K. leichteren bis mittleren Grades — wo durch die Sympathektomie in dem schlecht durchbluteten Gewebe eine Hyperämie erzeugt wurde, die die Ernährungsstörungen im Muskelgewebe beseitigte. Doch in den schweren Fällen von i. K. kann diese Methode den übrigen Operationen nur helfend und unterstützend zur Seite treten. Die i. K., die der Chirurg häufiger zu sehen bekommt, verlangt eingreifendere Maßnahmen, wovon im folgenden ausführlicher die Rede sein soll. Die Schädigung der sympathischen Fasern bei i. K. kann in dem einen oder andern Fall eine Rolle spielen, ist aber nicht die Regel. Das eine ergibt sich aus den Ueberlegungen Schuberts für die Behandlung der i. K.: es muß auf jeden Fall mit den oben erwähnten Möglichkeiten gerechnet werden. Eventuell kann man einmal, wenn der Fall dafür geeignet ist, die Sympathektomie ausführen. Von großer Bedeutung ist es, daß die Nervenschädigungen von Anfang der Behandlung an nicht übersehen werden. Zum Schlusse der Betrachtung und Heranziehung der einzelnen Auffassungen zur Therapie die bereits kurz dargelegte Theorie *Denuce's:* Die Ursache des Leidens liegt in einer durch das Trauma herbeigeführten Schädigung der sympathischen Bahnen, die durch Entladung des Muskelpotentials die i. K. auslößt. Er läßt Ischämie, Schädigung des Nerv durch Fragmente usf. Blutung ins Gewebe (Hämatombildung) für die Entstehung der i. K. nur in ganz untergeordneter Weise gelten. Allein die während des Traumas erfolgte Schockwirkung der Nerven verschuldet durch die Aenderung des Muskelpotentials die i. K.. *Denuce* sieht in der reflektorischen Muskelspannung, wie sie fast nach jeder größeren Fraktur eintritt, Uebergänge zur i. K.. Die Muskelspannung erklärt er sich als einen Schockzustand ausgelößt durch traumatische Schädigung der sympathischen Fasern. Man kann wohl bei jeder Fraktur kurz danach eine gewisse reflektorische Muskelspannung beobachten, die jedoch mit den Vorgängen, wie sie einer klassischen i. K. vorausgehen, nichts zu tun haben. Diese sogenannte reflektorische Muskelspannung ist doch mehr durch den Schmerz bedingt, durch die willkürliche Innervation, Abwehrspannung, ähnlich wie wir sie auch im Abdomen haben. Soweit es aber tatsächlich zu Schockzuständen in der Muskulatur und dem betroffenen Extremitätenabschnitt kommt, beruhen die traumatischen Veränderungen nie in einer Schädigung der sym-

pathischen Nervenbahnen allein, sondern es werden dann Arterie, Nerv und Vene mit betroffen oder es kommt zu einer breiten massiven Schädigung der ganzen Extremität durch Prellung, Quetschung mit Vernichtung von Muskelgewebe. Die i. K. ist dann eher auf eine der anderen viel schwerwiegenderen Verletzungen zurückzuführen als nur auf eine Schädigung der sympathischen Fasern. Schockzustände sind eine häufige Begleiterscheinung bei Einwirkung von grösseren Traumas auf Körpergebiete. Dass diese Zustände aber solange anhalten, dass aus ihnen sich eine i. K. entwickelt, ist doch nicht anzunehmen. Für die Behandlung der i. K. ist die Auffassung Dennce's nicht von Bedeutung; denn die nach ihm die i. K. auslösenden Schockzustände lassen sich therapeutisch nur sehr schwer beeinflussen. Die aber weiter oben schon angeschnittene Frage, ob i. K. ganz allgemein gesagt auch durch Nervenschädigung allein verursucht werden kann, ist eher zu bejahen als zu verneinen. In den meisten Fällen wird es so sein, dass eine gewisse Kreislaufstörung im Sinne einer Abflussbehinderung des Blutes und die dadurch bedingte Stauung mitbeteiligt ist an dem Zustandekommen der i. K. Ohne sie kommt es nie zu einer i. K., sondern höchstens zu einer schlaffen Lähmung, wo wir histologisch keinen pathologischen Befund erheben können (wie z. B. das Fehlen der Kernfärbung bei i. K.). Die oben ausgeführten Beobachtungen und Auffassungen über i. K. zeigen, dass ebenso vielartig wie diese auch die Behandlungswege sein können, die man zu ihrer Beseitigung einschlagen kann. Und es ist seit Volkmann in der Therapie der i. K. nichts unversucht geblieben. — Die verschiedenen Behandlungswege siehe bereits oben erörtert. — Heute, wo man die Erfolge der verschiedenen Behandlungswege überblicken kann, erscheinen für uns die oben von Prof. Kappis angegebenen Richtlinien in dem grossen Gewirr der verschiedenen therapeutischen Massnahmen bei i. K. einen Ausweg zu zeigen.

Ein Fall von i. K. aus der hiesigen Klinik, der 1935 zur Behandlung von auswärts hier eingeliefert wurde, soll in Gegenüberstellung eines anderen Falles aus dem Jahre 1930 dartun, welche Möglichkeiten und Erfolge uns die neueren Behandlungsauffassungen zeitigten.

Erster Fall:

6jähriges Mädchen, gesund, einziges Kind.
Vor zwei Jahren (3. IV. 35.) Bruch des linken Oberarmes durch Fall von einer Wiegeschaukel. Anschliessend Unbeweglichkeit des ganzen Armes infolge der starken Schmerzen. Aufnahme ins Krankenhaus. Röntgen-Befund: linker Oberarmbruch. In Narkose Einrichtung der Fraktur. Gipsverband, der mehrfach erneuert wurde. Kind lag bis 29. VI. 35 im Krankenhaus und wurde dann zur medikomechanischen Behandlung in hausärztliche Behandlung

entlassen. Dort stellte sich allmählich eine Beugung der Finger und des Handgelenkes ein. Aus diesem Grunde wieder Einweisung ins Krankenhaus am 11. VII. 35. Am 16. VII. Operation, da sich „ein Nerv in den Kallus eingewachsen habe". Bis 9. VIII. im Krankenhaus. Da sich durch die Behandlung die Beugung der Finger und der Hand nicht bezw. nur ganz gering gebessert hat, kommt das Kind zur weiteren Behandlung hierher in die Klinik.

Bei der Untersuchung erscheint der linke Vorderarm gegenüber dem rechten etwas verdreht. In der Ellenbeuge (etwa zwei Zentimeter oberhalb davon) befindet sich eine etwa fünf Zentimeter lange dreieckförmige reizlose Narbe. Das linke Handgelenk sowie sämtliche Finger mit Ausnahme des linken Daumen stehen in starker Beugestellung. Selbsttätig können das Handgelenk wie die Fingergelenke nicht gestreckt werden. Passiv ist dies möglich. Bei passiver Streckung des Handgelenks können aktiv die Finger gestreckt werden. Versteifung eines Gelenkes ist nicht vorhanden. Das linke Ellenbogengelenk ist frei beweglich. Seit der Operation wurden versuchsweise Massage, Heissluft, medikomechanische Uebungen zur Besserung des Zustandes angewandt. Ein Erfolg konnte jedoch nicht erzielt werden

Am 7. IX. Operation in Aethernarkose (Prof. Dr. M. *Kappis*).

An der Volarseite des linken Unterarms wird ein 12 Zentimeter langer Schnitt geführt. Sodann wird nach Freilegung der Muskulatur stumpf vorgegangen. Alsbald wird der Nervus-Medianus aufgefunden, eingebettet in ein grosses narbiges Gewebe. Er ist als solcher fast unkenntlich und völlig breit gedrückt. Nachdem er aus den Verwachsungen vorsichtig gelöst ist, wird er in das subcutane Fettgewebe verlagert. Sorgfältige Blutstillung, Wundnaht, Verband, Anlegen einer Kramerschiene.

Wundheilungsverlauf ist ein guter; das Kind wird nach 12 Tagen nach Hause entlassen mit der Anweisung nach $^1/_4$ Jahr zur zweiten Operation (Osteotomie der Vorderarmknochen) wieder zu kommen.

Im Januar 36 in Aethernarkose (Prof. Dr. *Kappis*) Osteotomie der Vorderarmknochen. Es wird von Radius und Ulna ein etwa drei Zentimeter langes Knochenstück entfernt. Periostnaht nach sorgfältiger Blutstillung, Schichtnaht, Verband. Nach 14 Tagen Wechsel des Gipsverbandes, da der alte Verband Druckerscheinungen machte. Entlassung mit Gipsverband nach Hause. Am 5. III. 36., auf Anfrage nach dem Befinden des Kindes schrieb der Vater des Kindes, dass die Finger, die vorher völlig steif und überhaupt nicht mehr benutzt wurden, jetzt von dem Kind zum Teil wieder gebraucht werden können. Eine Anfrage im August des gleichen Jahres nach dem Befinden des Kindes und der weiteren Heilung der i. K. zeigte eine weitere Besserung. Das Kind benützt die Hand wieder, wenn auch noch nicht so sehr wie die rechte. Auch

schreibt der Vater, dass die Hand und der Arm beim Anfühlen nicht mehr so kalt wie früher seien. Ein Zeichen, dass sich auch die Durchblutungsverhältnisse gebessert haben.

Die in diesem Fall ausgeführte Neurolyse hat den Vorteil, dass die Beeinträchtigung des Nerven infolge des Narbendrucks durch die Operation beseitigt wird. Dadurch wiederum wird der Nerv funktionstüchtig gemacht und durch die rein mechanische damit verbundene grössere Bewegungsinanspruchnahme des ganzen Armes wird die durch die Kontraktur beeinträchtigte Muskulatur gekräftigt und die verloren gegangene Bewegungseinschränkung wieder zurückgewonnen. Um eine recht gute Regeneration des Nerven zu bekommen muss die Neurolyse sehr ausgedehnt sein; d. h. **man darf sich nicht mit einer Freilegung des Nerven in der Ellenbeuge begnügen, sondern man muss den Nerven in der Hauptsache aus seinen Verwachsungen am Unterarm lösen.** Der während der Operation erhobene Befund im obigen Falle zeigt deutlich wie sehr es darauf ankommt die Neurolyse nicht nur in der Ellenbeuge vorzunehmen, sondern durch Operation auch am Unterarm eine möglichst grosse Strecke des Nervenverlaufes freizulegen, um so die Regeneration über einen recht grossen Abschnitt seines Verlaufes in den Verwachsungen zu erreichen. In dem geschilderten Fall musste die Osteotomie noch ausgeführt werden, da die schon längere Zeit bestehende Verkürzung der Sehnen auf andere Art nicht mehr zu beheben war. Massage, Heissluft, medikomechanische Uebungen wurden zur Genüge ohne Erfolg angewandt. Das Ergebnis ist in Anbetracht der ungünstigen Verhältnisse — die lange Zeit vorher ohne Erfolg durchgeführte Behandlung mit konservativen und operativen Methoden — ein doch recht zufriedenstellendes. Bei dem Alter des Kindes ist eine weitere Regeneration des Nerven und der Muskulatur zu erwarten und der jetzt erhobene klinische Befund durchaus nicht als endgültig anzusehen. Die Funktionstüchtigkeit des Armes wird sich im Laufe der Jahre noch wesentlich steigern.

Zweiter Fall:

4 jähriges Mädchen, gesund, einziges Kind.

Vor einem viertel Jahr brach sich das Kind den linken Oberarm. Nach Abnahme des vom behandelnden Arzte angelegten Schienenverbandes Lähmung der Hand und der Finger.

Befund: Oberhalb des linken Ellenbogen fühlt man auf der Ulnarseite der Ellenbeuge unter der Haut einen deutlichen Knochenvorsprung (alte Frakturstelle). Am Gelenk selbst lässt sich ausser einer Beugebehinderung um etwa 30 Grad ein krankhafter Befund nicht erheben. Das Kind gibt beim Betasten auch keinerlei Schmerzäusserung von sich. Die Streckung erscheint völlig frei. Die linke Hand wird im Handgelenk in Mittelstellung gehalten, die Finger

stehen im Grundgelenk um etwa 20 Grad gebeugt. Die Fingergelenke sind so gebeugt, dass die Fingerkuppen den Handteller fast berühren. Der Daumen steht etwas abduziert, im Mittelgelenk leicht gebeugt. Im Handgelenk kann weder selbst noch fremdtätig eine Bewegung ausgeführt werden. Der Daumen zeigt eine geringfügige Exkursionsfähigkeit im Sinne der Abduktion, die Finger werden nach wiederholter Aufforderung um ein geringes (vielleicht 1 Grad) gebeugt und gestreckt. Passiv lässt sich eine wesentliche Bewegung auch nicht erreichen. Die elektrische Prüfung ergibt normale Reaktion des Nervus medianus und des Nervus ulnaris, dagegen sei der Nervus radialis kaum erregbar. Sensibilität intakt.

Operation in Aethernarkose (Geh. Rat Prof. Dr. F. *König*). In der Mitte des linken Unterarmes wird ein vier Zentimeter langer Schnitt geführt, von dem aus die Ulna freigelegt wird. Nach Abschieben des Periostes wird mit der Gigli-Säge die Ulna schräg nach oben durchsägt. Ein etwa zwei Zentimeter breites Stück wird im ganzen entfernt, nachdem etwas unterhalb der ersten Sägestellung die zweite angelegt worden war. Durch die beiden Spitzen wird mit dem Handbohrer ein Loch gebohrt und ein dünner Draht gleich durchgezogen. Dieser wird auch noch zirkulär um die Ulna gezogen, sodass eine doppelte Spirale entsteht. Nach Andrehen des Drahtes steht der Knochen fest. Naht des Periostes, einige Katnähte in die Muskulatur, Hautnaht. In gleicher Höhe wird auf der anderen gegenüberliegenden Seite der Radius osteotomiert und ein ebenso grosses Stückchen aus dem Knochen herausgesägt. Durch beide Enden, die nicht abgeschrägt verlaufen wird ein dünner Draht gleich durchgezogen und so nun auch der Radius fest fixiert, der Unterarm steht jetzt ganz fest. Auch hier Periostnaht, Hautnaht. Es gelingt ohne Schwierigkeit die Finger zu strecken. In dieser Stellung wird eine Gipslonguette angelegt, die Finger sind in völlig gestreckter Haltung angebunden.

Verlauf zwei Tage später leichte Schwellung des Daumens, der jetzt überhaupt nicht mehr bewegt wird. Der Verband wird etwas eingeschnitten. Heilung erfolgt gut. Finger können passiv bewegt werden ohne Schwierigkeiten; selbständig aber findet keine Bewegung statt. Drei Wochen nach der Operation lassen sich die Finger passiv gut bewegen, aktiv aber nur kaum merkliche Bewegung. Kind wurde mit Gipslonguette für sechs Wochen nach Hause entlassen.

Befund am 13. Oktober 30.: Nach Abnahme des Verbandes Bruchstelle fest geheilt. Handgelenk Pronation frei, Subination um $^2/_3$ eingeschränkt. Streckung —165 Grad. Beugung um 10 Grad. Finger: Daumen; nur Abduktion des Grundgliedes, Zeigefinger; Grundglied Beugung um 20 Grad, Endglied aktiv, unbeweglich, passiv frei. Mittel-Ring-Kleinfinger; Grundglied Beugung

um 90 Grad, Faustschluss passiv erreichbar, aktiv bis zwei Zentimeter zum Handteller. Linker Arm drei Zentimeter kürzer als rechter. Wundheilungsverlauf war ein recht guter.

Dieser zweite Fall zeigt, dass die Operation der Osteotomie gutes zu leisten vermag, dass aber doch ein befriedigender Enderfolg versagt bleibt. Die zweifellos vorhandene Schädigung des Nervus radialis, die durch die elektrische Untersuchung bestätigt wurde, blieb bestehen wie man an dem Endbefund ersehen kann. Es wurde wohl die Muskelverkürzung an sich beseitigt, aber die aktive Beweglichkeit des Daumen und Zeigefingers konnte nicht hergestellt werden.

In Gegenüberstellung zum ersten Fall ist zu sagen, dass die vorher ausgeführte Nerven-Operation am Unterarm wesentliche Vorteile hat. Sie verhindert einmal die immer weiter fortschreitende Degeneration des durch Narbengewebe eingeengten Nerven, dann aber wird durch Beseitigung der Lähmung die möglichst baldige Wiederbeanspruchung der daniederliegenden Muskulatur ermöglicht. In Vereinigung mit der Operation der Osteotomie können so die Behandlungserfolge eine wesentliche Steigerung erfahren. Wie die Berichte des Vaters im ersten Fall erkennen lassen, ist die endgültige Heilung der i. K. noch nicht abgeschlossen. Die Regeneration des Nerven und Muskel dauern noch an. Im zweiten Fall dagegen, wo die Nervenschädigung durch die operativen Massnahmen in keiner Weise beeinflusst wurden, ist von einer weiteren Besserung des Zustandes nicht zu sprechen.

Im Hinblick auf das oben Gesagte und auf die aus den einzelnen Auffassungen der i. K. sich ergebenden Behandlungswege ist zusammenfassend folgendes festzustellen:

Bei Patienten, die in oben geschildeter Weise sich verletzt haben, ist die Gefahr einer sich aus den bestehenden Zuständen entwickelnden i. K. gegeben. Um nicht später als der zuerst behandelnde Arzt einer Unterlassung in der richtigen folgegemässen Behandlung geziehen zu werden, ist es notwendig sich bei der Untersuchung des vorliegenden Falles von der Intaktheit der Nerven und der Blutzirkulation zu überzeugen. Ist dies nicht der Fall, dann sofortige operative Behandlung in oben angegebener Weise. Spaltung der Unterarmfascie zur Entlastung des Druckes bei Hämatombildung und Ausräumung des Hämatoms; bei Arterienverletzung Arteriennaht oder Unterbindung derselben. Befreiung des Nerven von Druck, drohender Einreissung oder Quetschung. Weiterhin ist vorbeugende Behandlung nach Frakturen ein wesentlicher Teil in der Bekämpfung der nach diesen Verletzungen so oft drohenden i. K.. Dazu gehört die oftmalige Kontrolle der Verbände; klagen die Patienten über Taubigkeit, Druckschmerz, dann ist sofortige Abnahme des Verbandes angezeigt. Das Abnehmen des Verbandes muss in vorsichtiger und langsamer Weise

vor sich gehen um allzu grosse Druckschwankungen während der Abnahme zu vermeiden, da diese ebenfalls Kontraktur begünstigend wirken. Wesentlich ist ferner, dass man die Patienten dauernd zur Bewegnng der Finger und der Hand anhält.

Die **konservative Behandlung** soll nur Fälle leichteren Grades betreffen. Hier kann mit der langsamen Dehnung, Quengelverfahren nach Mommsen, mit dem Redressement, das nicht zu oft angewandt werden darf, etwas erreicht werden. Daran anschliessend Elektromassage. (Smart Morton empfiehlt die Anwendung von genau abgestuften elektrischen Reizen zur Erzielung bestimmter Kontrakturen der darniederliegenden Muskulatur). Mittelschwere und schwere Fälle bedürfen der **Operation.** Die Behandlung richtet sich nach dem jeweils vorliegenden Fall. Günstig für die Behandlung sind Fälle, bei denen die Nervenschädigung im Vordergrund steht, während die Muskelatrophie nur eine geringfügige Rolle spielt. Die Neurolyse verspricht hier, wenn sie in den ersten sechs bis neun Monaten ausgeführt wird, verbunden mit daran anschliessender Osteotomie, einen brauchbaren Erfolg. Ungünstiger für die Behandlung sind i. K., bei denen es schon zu hochgradiger Muskeldegeneration gekommen ist. Denn die einmal verloren gegangene kontraktile Substanz lässt sich nicht wieder ersetzen. Der Muskel bleibt funktionstüchtig. Aus diesem Grunde muss bei jeder ernsthafteren Verletzung am Unterarm Hieb, Stoss, Fraktur, darauf geachtet werden, dass die Blutzirkulation auch bei diesen manchmal recht harmlos aussehenden Verletzungen intakt ist. Nicht selten kann durch Einwirkung solcher Trauma der eine oder andere Nerv verletzt sein. Bei Verdacht auf eine der oben erwogenen Verletzungen ist, will man spätere Komplikationen — die i. K. — vermeiden, die Operation der einzig folgerichtige und gangbare Weg.

Für die gütige Förderung, die mir Professor Dr. Kappis bei meiner Arbeit zuteil werden liess, sage ich herzlichsten Dank.

Ich versichere ehrenwörtlich bei Abfassung der vorliegenden Arbeit keine fremde Hilfe in Anspruch genommen zu haben.

Georg Döring.

Literaturverzeichnis.

Arquellada: Beitrag zur Volkmann'schen Ischämischen-Kontraktur auf Grund eines klassischen Falles. Arch. de ginecopat., obstetr. ypediatr. 26, H. 9, p. 187 u. 192, 1913.

Bardenheuer: Die Verletzungen der oberen Extremitäten. Dtsch. Chir. Lief. 63, 1888.

Die Ischämische-Kontraktur und Gangrän als Folge der Arterienverletzung. v. Leuthold — Gedenkschrift Bd. 2, S. 87.

Ruptur der Intima der Subclavia. Festschrift z. Eröffnung der Akademie in Köln S. 1, 1904.

Ischämische-Kontraktur. Zeitschr. f. Chir. Bd. 96, S. 136, 1908.

Die Entstehung und Behandlung der Ischämischen-Kontraktur u. s. f. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 108, S. 44, 1911.

Symptomatologie der Entstehung der Ischämischen-Kontraktur. M.m.W. Nr. 8, S. 411, 1912.

Ueber die Entstehung und Behandlung der Ischämie und Gangrän. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung Nr. 11, 1912.

Beck: Die Aetiologie der Ischämischen-Muskelkontraktur. Arch. f. klin. Chir., Bd. 120, H. 1, S. 61, 1922.

Zur Aetiologie der Ischämischen-Muskelkontraktur. Klin. Wochenschr. Nr. 21, 1922.

Bier: Die Entstehung des Kollaterialkreislaufes. Virchow's Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Bd. 147, S. 256, 1897.

Regeneration der Gefässe. Dtsch. Med. W. Nr. 41/42, S. 1121, 1919.

Groll: Experimentelle Studien über die Beziehungen der Entzündung zum nervösen Apparat. M. m. W., Nr. 28, 1921.

Hildebrand: Ein Fall von geheilter, auf Ischämie beruhender Muskelkontraktur. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 30, S. 97, 1890.

Ischämische-Muskellähmung. Dtsch. Med. W. Nr. 39, S. 1577, 1905.

Ischämische-Muskelkontraktur und Gipsverband. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 95, S. 229.

Hintze: Die Füllungszustände der Blutcapillaren u. s. w. Arch. f. klin. Chir., Bd. 118, S. 361, 1921.

Katzenstein: Ueber Entstehung und Wesen des arteriellen Kollateralkreislaufes. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 77, S. 189, 1905.

Küttner: Ueber seltene Mechanismen der Gefässverletzung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 118, S. 303, 1921.

Küttner-Baruch: Der traumatisch segmentäre Gefässkrampf. Brun's Beiträge zur klin. Chir., Bd. 120, S. 1, 1920.

Krogh: Beitrag zur Anatomie und Pathologie der quergestreiften Muskelfasern, experimentelle Studien zur Lehre von der Ischämischen-Kontraktur und -Muskellähmung. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 120, S. 302 u. 407, 1913.

Lapinsky: Ueber Veränderungen der Nerven u. s. w. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilkunde, Bd. 15, S. 364, 1899.

Leriche: Presse med. p. 513, 1917.

Mommsen: Die Dauerwirkung kleiner Kräfte bei der Kontrakturbehandlung. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 42, 1912.

Schubert: Die Entstehung der Ischämischen-Kontraktur. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 175, S. 381, 1922.

Tigerstedt: Die Strömung des Blutes in den Capillaren u. s. f. Ergebn. d. Physiol. Jg. 18, S. 1, 1920.

v. Volkmann: Die Ischämischen Muskellähmungen und Contrakturen. Zentralblatt für Chir. Nr. 51, S. 801, 1881.

Zentralblatt für Chirurgie.
Zentralorgan für die gesamte Chirurgie.
Zeitschrift für Chirurgie. 1907—1936.

Lebenslauf.

Ich wurde am 11. Juni 1910 in Nördlingen geboren als Sohn des damalig königl. bayerischen Geometers Christof Döring und seiner Ehefrau Gretchen, geborene Endres. Von 1917 bis 1921 besuchte ich die Volksschule in Münnerstadt; daran anschliessend von 1921 bis 1930 das humanistische Gymnasium dortselbst. Nach Erhalt des Reifezeugnisses im März 1930 studierte ich in Würzburg, Wien, München und Jena Medizin. Im Oktober 1932 bestand ich in Jena die ärztliche Vorprüfung und im Dezember 1935 die ärztliche Prüfung in Würzburg, wo ich auch die letzten vier Semester verbrachte. Seit Dezember 1936 nach Ableistung des praktischen Jahres als Arzt bestellt.

Georg Döring.